

尹珂,肖轶.多尺度土地利用优化系统构建[J].江苏农业科学,2014,42(1):379-382.

# 多尺度土地利用优化系统构建

尹珂<sup>1</sup>,肖轶<sup>2</sup>

(1. 重庆师范大学地理与旅游学院,重庆 400047; 2. 重庆工商大学旅游与国土资源学院,重庆 400067)

**摘要:**基于 multi-agent system 建立了土地利用研究体系,多尺度土地利用优化系统将 multi-agent 技术与 GIS 技术、数学模型方法结合起来,最终实现智能获取土地利用优化方案。

**关键词:**土地规划;多尺度土地利用优化系统;multi-agent System

**中图分类号:** F301.24 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0379-04

19 世纪 80 年代末,学者们围绕可持续性、可持续发展的概念开始展开辩论,与此同时,土地利用可持续性开始受到人们关注。土地利用规划是对一定区域内未来土地利用超前性的计划、安排,是依据区域社会经济发展、土地自然历史特性在时空上进行土地资源分配的综合措施。寻求符合区域特点、实现土地利用效率最大化的土地利用决策方案是土地利用规划的主要内容,优化土地利用结构是在保证其效率最大化的前提下解决土地供需平衡的有效途径<sup>[1]</sup>。土地利用的实质是土地自然生态子系统、土地社会经济子系统以人口子系统为纽带耦合形成了土地生态经济系统<sup>[2]</sup>,土地利用结构是该系统的核心,只有用地结构合理,才能保持土地利用系统良性循环,利用较少的消耗或投入取得较高的效益<sup>[3-4]</sup>。因此,必须用系统观念来指导土地利用、制定科学合理的土地利用方案、实现综合效益最大化。土地利用结构优化是在一定区域内,为了实现生态、经济、社会效益最优,依据土地资源的自身特性、土地适宜性评价,合理安排区域内各种土地利用类型,以提高土地利用效率,维持土地生态系统相对平衡,实现土地资源可持续利用<sup>[5]</sup>。近年来,很多学者在土地利用与环境变化、土地利用规划模式、可持续土地评价等方面开展了比较深入的研究,已取得了不少成果,这些研究主要有以下几个特点:研究内容上多侧重于土地利用结构的监测、分析、模拟<sup>[6]</sup>;空间尺度上多侧重于全球大区域或国家尺度的研究<sup>[7-9]</sup>;研究方法上趋向于构建大量模型深入研究土地利用结构变化的驱动力、影响因子<sup>[10-12]</sup>;对土地利用系统要素、结构的分析大多停留在定性描述上,或采用建模方法并结合 GIS 技术对单一土地利用系统进行模拟、分析<sup>[13]</sup>,对区域土地利用结构进行定量分析的研究并不多见。由于土地的固定性、自然性,区域的自然、社会条件存在差异,决定了土地属性、土地利用方式存在区位差异,表现为土地质量、土地利用方式、土地利用特点、土地利用方向不同<sup>[14]</sup>,然而这些属性在一定范围内又具有相对一致性。土地利用分区是在综合研究土地综合体的各种组成要素基础上,考虑土地利用现状特点

及其历史,以最大限度发挥土地生产潜力及改善土地生态系统的结构与功能为出发点,对国民经济各部门用地结构、形式等在空间上进行分区<sup>[15]</sup>。因此,应当根据不同区域的特点,确定土地利用方向,有效利用土地资源,处理好整体与局部的关系,发挥区域优势,促进区域经济发展。土地利用规划是为协调人地矛盾而改变并控制土地利用方向,优化土地利用结构、布局,提高土地产出率,依据社会发展要求和当地自然、社会、经济条件,在时空上合理分配组织一定区域内未来土地利用的综合技术措施。系统控制是土地利用规划的本质,人地矛盾协调是系统控制的目标,控制、平衡、优化是实现协调的手段<sup>[16]</sup>。本研究拟构建一个多尺度土地利用优化系统,旨在为制定土地政策提供依据。

## 1 多尺度土地利用优化系统在政策制定过程中的定位

构建多尺度土地利用优化系统并掌握其可能发挥的作用需要仔细分析土地资源利用政策的制定过程。有学者提出一种高度模式化的土地利用规划制定过程,如图 1 所示,利益因素是制定重点,这样可以避免政策的主观性。政策制定过程的不同阶段需要不同类型的信息,这些信息来源于不同的土地利用分析、建模方法。有学者认为,相对于政策的社会接受性、经济可行性,应该优先考虑土地资源系统拥有的潜力、缺陷。持这种观点的学者认为,如果在土地利用政策制定的最初阶段就强调政策杠杆的作用,容易使决策者忽略土地资源系统本身的自然属性。也有学者认为,应该在土地利用政策制定的最初阶段就充分考虑政策的指向性。多尺度土地利用优化系统的构建遵循前一种观点,也就是说只有确定行政目标以及技术上可行的方案以后,才考虑具体政策及其实施。多尺度土地利用优化系统目标是应用定量的系统分析方法,探索土地利用模式。具体来说,可以分为以下几个目标:(1)确认城乡发展与土地资源利用目标间的潜在冲突;(2)探寻最能满足城乡发展目标(即技术可行、经济可行、环境无害)的土地利用模式;(3)采用利益因素替代利益群体,从而将影响土地利用系统的各利益群体融入定量模型中,创建更加透明的决策过程。

## 2 多尺度土地利用优化系统的构建

多尺度土地利用优化系统是在村、镇、区(县)3 个尺度下使用不同的技术方法探索土地利用模式,然后以此为基础加

收稿日期:2013-06-12

基金项目:国家自然科学基金(编号:41201597);重庆市基础与前沿研究项目(编号:cstc2013jcyjA0583)。

作者简介:尹珂(1981—),男,重庆人,博士,从事土地利用与生态过程研究。E-mail: knomi@qq.com。

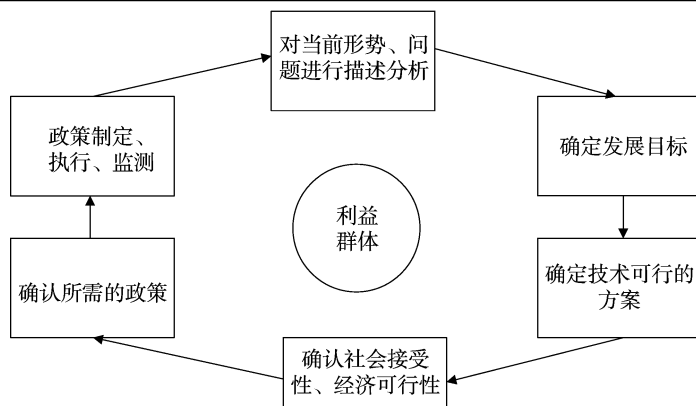


图1 土地利用政策的制定过程

入各尺度下不同的利益群体,评价并讨论方案,以建立整个区域的土地利用体系。多尺度土地利用优化系统的运行结构主要包括 3 个组成部分:(1)土地利用数据与社会经济数据的收集与处理;(2)根据政策目标与开发计划在各尺度下进行土地利用优化配置;(3)运用 multi-agent system(MAS)实现利益相关者的参与。由于不同尺度下土地利用优化配置是整个系统的关键部分,所以应该与各利益相关者进行交流,介绍拟采用的优化方法以及相关案例,然后共同对方案进行协商讨论。因此,多尺度土地利用优化系统的研究步骤如下:(1)掌握研究区各种可行的土地利用形式以及各种自然的、社会经济的限制条件,探索土地利用优化方法;(2)理清影响研究区发展的利益群体,找出具有代表性的相关利益因素;(3)构

建多尺度土地利用优化系统。

### 2.1 利益相关者的参与形式

图 2 演示了不同利益相关群体在各个阶段的参与情况。第一步,研究人员与各尺度利益相关者(包括农户)进行协商讨论,以便定义要解决的土地利用问题并了解当前土地利用特点;第二步,确定不同尺度土地利用目标并量化其过程,讨论哪些利益相关因素适宜代表利益相关者加入模型中,然后研究人员与利益相关者审查模型、数据,探讨相关利益因素的选取是否合理,从而改进模型、填补数据空白,制定土地利用方案;第三步,讨论多尺度土地利用优化系统的能力、局限性以及需要改进的步骤。

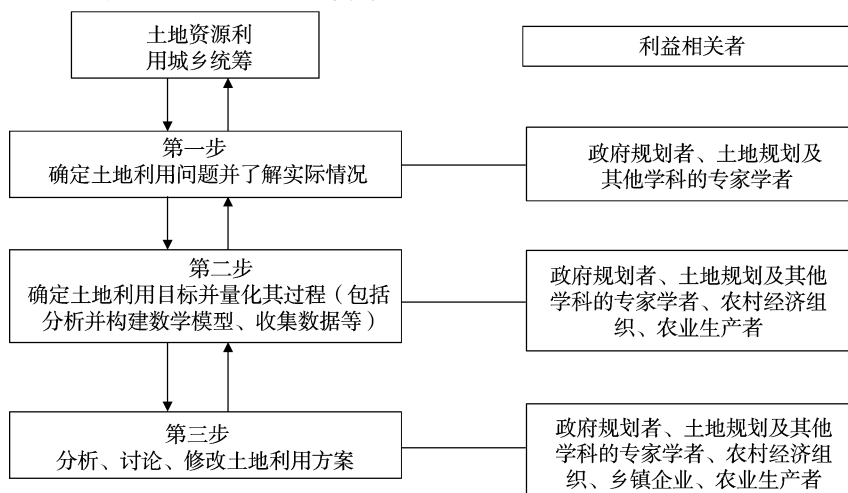


图2 利益相关者的参与过程

### 2.2 多尺度土地利用优化系统框架

多尺度土地利用优化系统是将优化模型放入系统分析框架,以建立土地利用优化运作体系。由于该体系涉及 3 种尺度,因而在研究过程中不可避免地存在尺度效应。因此,多尺度土地利用优化系统强调反复性(图 3),即不断协商各尺度土地利用方案,使土地利用优化系统的尺度推演得以顺利完成。MAS 是一种十分适用于参与性分析的系统。MAS 中 Agent 有自己的标准、行为规则,它可能是社会群体,也可能是一种制度,甚至可能是一种主张。为了实现前述尺度推演过程,本研究提出基于利益相关者 Agent 的多尺度土地利用优化系统框架。

#### 2.2.1 MAS 中利益相关者 Agent 分析

基于 MAS 构建多尺度土地利用系统,利益相关者的识别、选择是设定 Agent 标准、行为准则的关键。构建多尺度土地利用优化系统需要利益相关者的参与,该过程很大程度上受研究区域本身社会、经济、生态属性的限制,不同区域研究过程中的参与因素有所不同,所构建的系统也有所差异。对于这些相关利益因素可以从以下 3 个方面来加以分析:(1)不管是上述开发步骤中的哪一步,相关利益因素的“彻底性”都至关重要。所谓“彻底”即相关利益因素及时并且持续地参与整个过程。决定其参与性质时必须明确分离决策因素、土地利用因素、执行因素,所选择的因素必须有适当介绍、解释,比如某一利益因素是数据

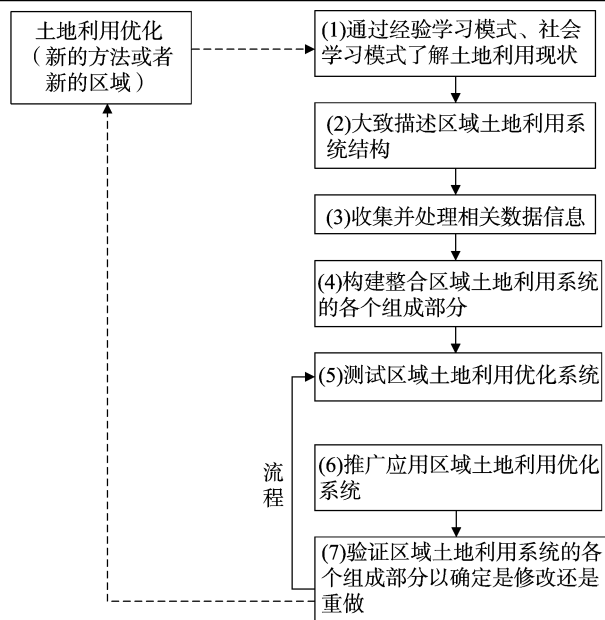


图3 多尺度土地利用优化系统的开发步骤

提供源,或者是技术工具的执行关键等。(2)必须提升反馈效率,在利益相关者与研究者之间形成相互依存关系,这是参与式研究的必要条件,更是产生创新的基础。原因包括如下几点:可以对复杂新颖的研究概念、研究方法加深理解;可以提高相关利益因素的反馈速度;可以增强相关利益因素在整个过程中的参与持续性。(3)多尺度土地利用优化系统的目

的是探索、开发土地资源利用战略,相关利益因素反映较短时间内的情况。

2.2.2 基于 MAS 的多尺度土地利用优化系统 在前述分析基础上构建基于 MAS 的多尺度土地利用优化系统(图 4)。MAS 的组织结构是 Agent 个体之间互动框架,由 Agent 个体、Agent 组及 Agent 域 3 级组织构成。Agent 组是 MAS 的基本组成单位,是由多个相对简单的 Agent 个体组成的、关系较为密切的一种多 Agent 结构类型<sup>[17]</sup>。本研究中,Agent 个体就是政府、农户、科研工作者等,他们共同组成了利益相关者 Agent 组。Agent 域一般是将地理上紧密相邻的一个或多个 Agent 组划分为 1 个集团,称为 1 个域。将 Agent 组进入并产生交流的区域称为 Agent 域。多尺度土地利用优化系统最核心的部分是图中的三角形区域,该区域有 3 个主要组成部分:理论概念域、实证分析域、模型方法域。在实证分析域中利益相关者通过访问交流的形式进入,收集并分析数据、意见(半结构式访谈、GIS 空间叠加分析等),而模型方法域则以利益相关因素的形式进入,进行计算模拟(聚类分析法、模拟退火算法、多目标线性规划法等)。为了使实证分析域、模型方法域有明确的目标、指导思想,笔者引入了理论概念域。在理论概念域中各利益相关者对土地利用目标进行分析(条件价值评估法、空间自相关分析等)。模型方法域靠实证分析域进行计算、校准,反过来实证分析域也可以验证模型方法域的结果,理论概念域则指导数据收集、模型构建,实证分析域、模型方法域也反过来影响理论概念域。Agent 个体之上有“组”“域”2 级管理协作机构,可以有效减少系统的内部冲突,具有更强的问题求解能力,提高交流效率。“组”“域”是开放、动

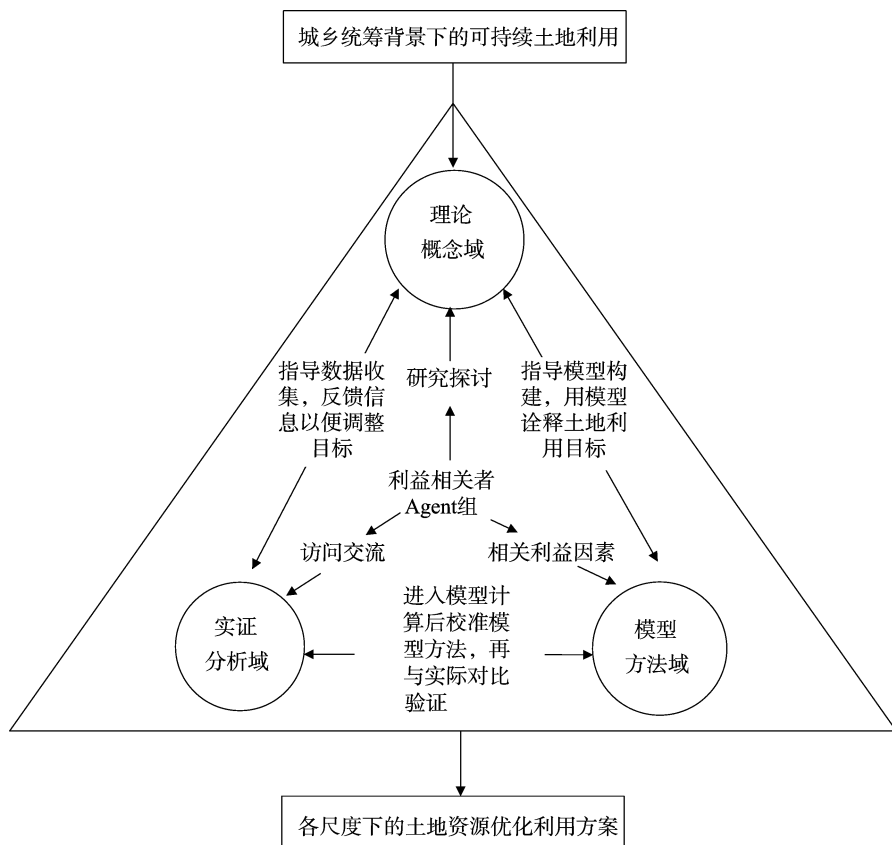


图4 基于MAS的多尺度土地利用优化系统

态的概念,其中的成员数目是动态变化的,成员可以动态地加入或退出。这个动态演化的过程可视为 Agent 随环境及目标需求的不断变化,连续进行协作关系的适应性调整过程。在这样的系统中探寻土地利用优化方案,可以有效调动利益相关者,确保各尺度的土地利用优化方案都是经过利益相关者反复交流的结果,制定过程一改往日“由上而下”的规划体系,实现了真正意义上的参与式规划。Agent 组是 1 个数据库,可以采用人们易于操作的图形用户界面进行管理,然后利用 GIS 技术实现图形与数学方法的有机结合,最终实现研究目的。可以看出基于 Multi-Agent 的土地利用研究体系远比其他体系复杂,将 Multi-Agent 技术与 GIS 技术、数学模型方法结合起来,最终实现智能化获取土地利用优化方案。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 多尺度土地利用优化系统在政策制定中的潜在作用

多尺度土地利用优化系统是针对土地利用分析、政策制定的某一特定方面,即揭示战略性土地资源利用冲突以及各种替代性土地资源利用方案的可行性。从概念上讲,要决策者考虑得更长远似乎很困难,但是通过多尺度土地利用优化系统可以提供战略思维。由于这些问题都具有不可预见性,所以在多尺度土地利用优化系统中的模型函数以及替代性土地利用方案中都应有所体现。在多尺度土地利用优化系统中加入了环境目标。对于土地规划的工作人员来说,既要揭示土地本身的规律,还必须指出存在的不确定因素。此外,还要对方案的灵活性、限制性进行探讨,比如方案的成本。土地利用优化过程中使用量化的模型方法增强了土地利用优化系统尺度结合的能力,所以决策者可以通过系统的预测能力评估可能的或可行的土地利用变化,这将提高系统的政策设计能力,从而评价政策在既定目标下的有效性。

#### 3.2 多尺度土地利用优化系统中相关利益因素的信息反馈

在以模型为基础的土地利用研究中,利用可量化相关因素配以利益相关者的互动目前较为少见,需要改进的地方还很多。利益相关者与研究者的互动改变了旧的模式,在研究者与利益相关群体之间建立并保持一种相互依存的可持续发展关系。研究者应当深入了解实际规划过程,清楚所需要的信息,从而知道哪些是关键参与者。优先确定利益相关者在整个规划过程中的确切作用,然后选择适当的人参与其中。只有在各利益相关者对问题有足够的共同认识并且需要解决方案的前提下,多尺度土地利用优化系统才能执行成功。一旦该系统可以成功开发出简单且明确的操作界面,就能够成为揭示土地利用的潜在冲突、展现土地资源的战略使用方案以及促进不同利益群体间交流的强大工具。

#### 3.3 研究展望

多尺度土地利用优化系统利用量化方法洞察土地利用的优势与局限,而系统本身的预测性使其不仅能够探索新的或正在出现的土地资源利用问题,还可以获取冲突目标之间的妥协方案。利益相关者与研究者之间的交流能产生大量信息并回馈到模型中,修正初步结果。将计算机智能模拟应用到社会科学问题研究中有利于理论模型的实际应用。

### 参考文献:

- [1] Loevinsohna M E, Berdegue J A, Guijt I. Deepening the basis of rural resource management: learning processes and decision support [J]. *Agricultural Systems*, 2002, 73 (1): 3-22.
- [2] 王万茂, 韩桐魁. 土地利用规划学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 44.
- [3] 黄进良, 饶 鸣, 张宇宾. 湖北土地利用区划与可持续利用区域模式 [J]. *华中师范大学学报: 自然科学版*, 2002, 36 (4): 521-525.
- [4] 严金明. 土地利用结构的系统分析与优化设计——以南京市为例 [J]. *南京农业大学学报*, 1996, 19 (2): 88-95.
- [5] 刘荣霞, 薛 安, 韩 鹏, 等. 土地利用结构优化方法述评 [J]. *北京大学学报: 自然科学版*, 2005, 41 (4): 655-662.
- [6] 陈书卿, 刁承泰. 三峡库区生态经济区用地结构变化及演变趋势——以重庆市梁平县为例 [J]. *水土保持通报*, 2009, 29 (5): 160-164, 173.
- [7] Huang S C, Hesse C, Krysanova V, et al. From meso- to macro-scale dynamic water quality modelling for the assessment of land use change scenarios [J]. *Ecological Modelling*, 2009, 220 (19): 2543-2558.
- [8] Schmidt T G, Franko U, Meissner R. Uncertainties in large-scale analysis of agricultural land use—A case study for simulation of nitrate leaching [J]. *Ecological Modelling*, 2008, 217 (1/2): 174-180.
- [9] Chen S Y, Liu Y L, Chen C F. Evaluation of land-use efficiency based on regional scale: a case study in Zhanjiang, Guangdong province [J]. *Journal of China University of Mining and Technology*, 2007, 17 (2): 215-219.
- [10] Long H L, Tang G P, Li X B, et al. Socio-economic driving forces of land-use change in Kunshan, the Yangtze River Delta economic area of China [J]. *Journal of Environmental Management*, 2007, 83 (3): 351-364.
- [11] Serra P, Pons X, Saurí D. Land-cover and land-use change in a mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors [J]. *Applied Geography*, 2008, 28 (3): 189-209.
- [12] 何祖慰, 杨 忠, 罗 辑. 西藏昌都地区土地利用结构熵值时序分析 [J]. *长江流域资源与环境*, 2007, 16 (2): 192-195.
- [13] 陆汝成, 黄贤金, 左天惠, 等. 基于 CLUE-S 和 Markov 复合模型的土地利用情景模拟研究——以江苏省环太湖地区为例 [J]. *地理科学*, 2009, 29 (4): 577-581.
- [14] Roetter R P, Hoanhb C T, Laborte A G, et al. Integration of systems network (SysNet) tools for regional land use scenario analysis in Asia [J]. *Environmental Modelling & Software*, 2005, 20 (3): 291-307.
- [15] 张元玲, 任学慧, 钞锦龙. 辽宁省土地利用综合分区研究 [J]. *资源与产业*, 2009, 11 (4): 46-50.
- [16] 温占军, 晏晓红, 耿冯康, 等. FAO 可持续土地资源管理综合规划指南及启示 [J]. *农业工程学报*, 2005, 21 (增刊): 142-145.
- [17] 马守明, 程显毅, 徐照财. 基于 Agent 图的三级多 Agent 系统组织模型 [J]. *计算机应用与软件*, 2008, 25 (4): 22-24.